

**KAJIAN KERENTANAN FISIK BENCANA LONGSOR DI KECAMATAN
TOMOHON UTARA**Renhard Haribulan¹, Pierre H. Gosal², dan Hendriek H. Karongkong³¹Mahasiswa S1 Program Studi Perencanaan Wilayah & Kota Universitas Sam Ratulangi Manado² & ³ Staf Pengajar Jurusan Arsitektur, Universitas Sam Ratulangi ManadoE-mail : haribulanrenhard@gmail.com**Abstrak**

Keberadaan negara Indonesia di garis katulistiwa menjadikannya memiliki iklim tropis dengan curah hujan yang tinggi, akibatnya negara ini menjadi sangat rentan terhadap bencana banjir dan longsor. Kerentanan tanah longsor sering terjadi pada kondisi lereng curam, adanya bidang luncur (kedap air) di lapisan bawah permukaan tanah dan terdapat tanah di atas lapisan kedap jenuh air. Terdapat 2 variabel/faktor penentu kerentanan longsor yaitu faktor alami dan faktor manajemen seperti tragedi bencana longsor yang terjadi di Kecamatan Tomohon Utara pada awal 2014, mengingat Kecamatan Tomohon Utara sendiri hampir semua berada di daerah perbukitan hal ini yang membuat daerahnya begitu rentan terhadap bencana longsor. penelitian ini bertujuan mengidentifikasi tingkat kerentanan bencana longsor dan mengkaji tingkat kerentanan longsor terhadap lahan terbangun pemukiman Kecamatan Tomohon Utara. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif dan superimpose (*overlay*), data-data fisik dasar yang berkaitan dengan kerentanan bencana longsor kemudian di *overlay* lagi dengan peta lahan terbangun dan tidak terbangun sehingga dapat menetapkan kawasan – kawasan rentan longsor di kawasan lahan terbangun pemukiman. Hasil studi di ketahui bahwa seluas 628,14 Ha atau 14,8% dari luas Kecamatan Tomohon Utara berada di tingkat kerentanan tinggi dan seluas 118,48 Ha atau 2,8% termasuk kedalam klasifikasi lahan terbangun tingkat kerentanan longsor tinggi yang artinya hampir sebagian besar daerah pemukiman yang berada di Kecamatan Tomohon Utara berada di daerah rentan longsor.

Kata kunci: *bencana, rentan longsor, Kecamatan Tomohon Utara, Sistem Informasi Geografis***PENDAHULUAN**

Bencana alam menjadi permasalahan yang terjadi di setiap negara di bumi ini, seperti yang terjadi di negara Indonesia. Letak geografis dan bentang alam menjadi salah satu faktor yang membedakan jenis bencana yang terjadi. Letak Indonesia yang berada di pertemuan dua lempeng, benua menjadikan Indonesia sangat rentan terhadap bencana gempa dan tsunami. Keberadaan negara Indonesia di garis katulistiwa menjadikan Indonesia memiliki iklim tropis dengan curah hujan yang tinggi, akibatnya negara ini menjadi sangat rentan terhadap bencana banjir dan longsor. Kerentanan tanah longsor menurut Paimin, Sukresno dan Pramono (2009) terjadi pada kondisi lereng curam, adanya bidang luncur (kedap air) di lapisan bawah permukaan tanah, dan terdapat air tanah di atas lapisan kedap jenuh air. Paimin juga menambahkan terdapat 2 variabel/faktor penentu kerentanan longsor, yaitu faktor alami dan faktor manajemen.

Bencana longsor ini juga adalah suatu peristiwa alam yang pada saat ini frekuensi terjadinya semakin meningkat dan sering terjadi setiap tahunnya. Kejadian bencana tanah longsor yang terjadi beberapa tahun belakangan ini menyebabkan dampak kerugian yang besar terutama pada aspek infrastruktur. Tragedi bencana banjir pada awal tahun 2014 tepatnya pada bulan Januari yang telah melanda sebagian besar Provinsi Sulawesi Utara terlebih khusus Kota Manado masih menyisahkan duka yang mendalam dan juga kerugian yang sangat besar. Bencana ini juga berdampak pada aktifitas yang terhenti karena jalan raya Manado- Tomohon khususnya di Desa Tinoor Kecamatan Tomohon Utara yang terputus akibat tanah longsor. Berdasarkan data yang didapat dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah ada 9 rumah yang mengalami kerusakan berat dan ada 9 korban yang meninggal. Mengingat Kecamatan Tomohon Utara sendiri hampir semua daerahnya berada di perbukitan sehingga membuat daerah ini begitu rentan terhadap bencana longsor. Selain

faktor alam seperti hujan, faktor manajemen juga menjadi hal yang harus di perhitungkan.

Kecamatan Tomohon Utara terdiri atas 10 kelurahan. Dari 10 kelurahan ini 2 di antaranya yaitu kelurahan Tinoor 1 dan kelurahan Tinoor 2 memiliki topografi/bentang alam berbukit yang kemiringan lerengnya hampir mendekati 40% dan memiliki jenis tanah sangat rentan terhadap bencana, terutama bencana longsor.

Bencana longsor bukanlah sesuatu hal yang sama sekali tidak dapat dihindari atau paling tidak diminimalisir dampaknya. Salah satu cara untuk mengukur kerentanan Bahaya longsor ini yaitu dengan memanfaatkan teknologi Sistem Informasi Geografis. Dengan menggunakan alat ini dapat lebih mempermudah dalam menganalisis serta menentukan tingkat kerentanan bahaya longsor yang ada di Kecamatan Tomohon Utara.

TINJAUAN PUSTAKA

Kerentanan

Kerentanan adalah suatu keadaan penurunan ketahanan akibat pengaruh eksternal yang mengancam kehidupan, mata pencaharian, sumber daya alam, infrastruktur, produktifitas ekonomi dan kesejahteraan. Hubungan antara bencana dan kerentanan menghasilkan suatu kondisi resiko, apabila kondisi tersebut tidak dikelola dengan baik (Wignjosukarto, 2007).

Kerentanan juga sebagai rawan bencana, dimana definisinya adalah kondisi atau karakteristik geologi, biologis, hidrologis, klimatologis, geografis, sosial, budaya, politik, ekonomi, dan teknologi pada suatu wilayah untuk jangka waktu tertentu yang mengurangi kemampuan mencegah, meredam, mencapai kesiapan dan mengurangi kemampuan untuk menangani dampak buruk bahaya tertentu.

Kerentanan Tanah Longsor

Kerentanan tanah longsor menggambarkan keadaan kecenderungan lereng alami atau potensi suatu medan untuk terjadinya gerakan massa atau ketidak seimbangan yang dibentuk oleh lingkungan fisik maupun non fisik. Kerentanan tanah longsor menurut Paimin, Sukresno dan Pramono (2009) terjadi pada kondisi: 1) lereng curam, 2) adanya bidang luncur (kedap air) di lapisan bawah permukaan tanah, dan 3) terdapat air tanah diatas lapisan kedap jenuh

air. Selain itu, paimin *et al*, (2009) juga menambahkan dua variable/faktor penentu kerentanan longsor, yaitu: Faktor alami dan faktor manajemen. Faktor alami diantaranya: 1) curah hujan harian kumulatif 3 hari berturutan, 2) kemiringan lahan, 3) geologi/batuan, 4) keberadaan sesar/patahan/gawir, 5) kedalaman tanah sampai lapisan kedap; sedangkan dari social manajemen diantaranya: 1) penggunaan lahan, 2) infrastruktur, 3) kepadatan permukiman.

Bencana Longsor

Bencana Longsor Ada beberapa istilah yang dikenal untuk menyebut "longsoran" yaitu: gerak tanah (mass wasting), longsor tanah/ longsor lahan, tanah longsor, slides, sliding, dan slipping. Bencana longsor menurut Muta'ali (2013:228) merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah atau batuan, ataupun percampuran keduanya, menuruni atau keluar lereng akibat dari terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut. Longsoran (slide) menurut Hardiyatmo (2013:19) adalah gerakan material pembentuk lereng yang diakibatkan oleh terjadinya keruntuhan geser di sepanjang satu atau lebih bidang longsor. Pengertian tentang istilah longsor diatas memiliki satu kesamaan yaitu pergerakan massa tanah dalam jumlah yang besar. Longsoran tanah atau gerakan tanah adalah proses perpindahan masa/batuan akibat gaya berat (gravitasi). Longsoran tanah telah lama menjadi perhatian ahli geologi karena dampaknya banyak menimbulkan korban jiwa maupun kerugian harta benda. Tidak jarang bangunan yang dibangun disekitar perbukitan kurang memperhatikan masalah kestabilan lereng, struktur batuan, dan proses-proses geologi yang terjadi di kawasan tersebut sehingga secara tidak sadar potensi bahaya longsoran tanah setiap saat mengancam jiwa.

Penyebab Tanah Longsor

Bencana tanah longsor terjadi karena beberapa faktor. Menurut Hardiyatmo, H. C (2006) banyak faktor semacam kondisi-kondisi geologi dan hidrologi, topografi, iklim dan perubahan cuaca dapat mempengaruhi stabilitas lereng yang mengakibatkan terjadinya longsor. Berikut ini merupakan beberapa hal yang menyebabkan terjadinya tanah longsor:



a. Adanya hujan yang lebat dan dalam



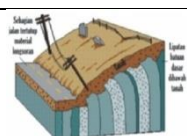

- b. Struktur tanah yang kurang padat dan
 - c. Struktur batuan yang kurang kuat
 - d. Jenis tata lahan
 - e. Erosi tanah
 - f. Terdapat getaran
 - g. Terdapat beban tambahan
 - h. Air danau dan bendungan yang menyusut
 - i. Terdapat metri timbunan pada tebing
- Selain faktor alam, manusia juga menjadi salah satu penyebab terjadinya bencana longsor. Ulah manusia yang tidak bersahabat dengan alam merupakan faktor penyebab longsor hal ini antara lain:
- a. Pemotongan tebing pada penambangan batu dilembar yang terjal.
 - b. Penimbunan tanah urugan di daerah lereng.
 - c. Kegagalan struktur dinding penahan tanah.
 - d. Penggundulan hutan.
 - e. Budidaya kolam ikan diatas lereng.
 - f. Sistem pertanian yang tidak memperhatikan irigasi yang aman.
 - g. Pengembangan wilayah yang tidak diimbangi dengan kesadaran masyarakat, sehingga RUTR tidak ditaati yang akhirnya merugikan sendiri.
 - h. Sistem drainase daerah lereng yang tidak baik.

Jenis Tanah Longsor

Jenis longsor translasi dan rotasi paling banyak terjadi di Indonesia. Sedangkan longsor yang paling banyak memakan korban jiwa manusia adalah aliran bahan rombakan. Untuk lebih jelasnya dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1 Jenis Longsor

No.	Jenis Longoran	Sketsa	Keterangan
1.	Longsor translasi		Longsor translasi adalah bergerak massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.
2.	Longsor rotasi		Longsor rotasi adalah bergerak massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.

3.	Pergerakan blok		Pergerakan blok adalah bergerak batuan pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsor ini disebut longsor translasi blok batu.
4.	Runtuhan Batu		Runtuhan batu adalah runtuhnya sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung.
5.	Rayapan Tanah		Rayapan tanah adalah jenis gerakan tanah yang bergerak lambat. Jenis gerakan tanah ini hampir tidak dapat dikenali. Rayapan tanah ini bisa menyebabkan tiang telepon, pohon, dan rumah miring.
6.	Aliran Bahan Rombakan		Gerakan tanah ini terjadi karena massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran dipengaruhi kemiringan lereng, volume dan tekanan air, serta jenis materialnya. Gerakannya terjadi di sepanjang lembah dan mampu mencapai ribuan meter.

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22/Prt/M/2007 dengan modifikasi penulis

Parameter-parameter Bencana Longsor

1. Jenis Tanah

Untuk parameter jenis tanah atau erodibilitas (tingkat kepekaan tanah terhadap erosi) dikelompokkan menjadi empat yaitu tinggi, sedang, rendah dan sangat rendah. Erodibilitas tanah diklasifikasikan menjadi empat yaitu erodibilitas tinggi mencakup jenis tanah podsolik, andosol, erodibilitas sedang seperti grumosol, mediteran, dan brown forest, erodibilitas rendah mencakup jenis tanah latosol, erodibilitas sangat rendah jenis tanah aluvial. Klasifikasi pembobotan jenis tanah dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2 Klasifikasi Pembobotan
Parameter Jenis Tanah

No.	Jenis Tanah	Kategori	Skor
1.	Podsolik, Andosol	Tinggi / Sangat Peka Terhadap Erosi	12
2.	Grumosol, Brown Forest, Mediteran	Sedang / Cukup Peka Terhadap Erosi	9
3.	Latosol	Rendah / Tidak Peka Terhadap Erosi	6
4.	Aluvial	Sangat Rendah / Tidak Peka Terhadap Erosi	3

Sumber: Permen PU No. 22 Tahun 2007 dengan modifikasi penulis

2. Penggunaan Lahan

Klasifikasi jenis penggunaan lahan dalam kaitannya dengan ancaman tanah longsor dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 3 Klasifikasi Pembobotan
Parameter Penggunaan Lahan

No.	Penggunaan Lahan	Skor
1.	Tanah Terbuka / Permukiman	30
2.	Perkebunan Lahan Kering	25
3.	Perkebunan Lahan Kering dan Semak	20
4.	Semak Belukar	15
5.	Hutan Sekunder	10
6.	Hutan Rapat	5
7.	Tubuh Air	0

Sumber: Permen PU No. 22 Tahun 2007 dengan modifikasi penulis

3. Curah Hujan

Curah hujan akan meningkatkan presepitasi dan kejenuhan tanah serta naiknya muka air tanah. Jika hal ini terjadi pada lereng dengan material penyusun (tanah dan atau batuan) yang lemah maka akan menyebabkan berkurangnya kuat geser tanah/batuan dan menambah berat massa tanah. Hujan juga dapat menyebabkan terjadinya aliran permukaan yang dapat menyebabkan terjadinya erosi pada kaki lereng dan berpotensi menambah besaran sudut kelerengan yang akan berpotensi menyebabkan longsor. Adapun klasifikasi pembobotan curah hujan dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 4 Klasifikasi Pembobotan
Parameter Curah Hujan

No.	Curah Hujan (mm/Tahun)	Kategori	Skor
1.	Curah Hujan Tahunan 3000 – 4000	Sangat Tinggi	16
2.	Curah Hujan Tahunan 2500 – 3000	Tinggi	12
3.	Curah Hujan Tahunan 2000 – 2500	Sedang	8
4.	Curah Hujan Tahunan 1000 – 2000	Rendah	4

Sumber: Permen PU No. 22 Tahun 2007 dengan modifikasi penulis

4. Kelerengan

Kemiringan lereng mempunyai pengaruh besar terhadap kejadian longsor lahan. Semakin miring lereng suatu tempat maka daerah tersebut semakin berpotensi terhadap terjadinya longsor lahan. Lereng diukur kemiringannya dengan menggunakan Abney Level. Kemiringan lereng umumnya dinyatakan dalam (%) yang merupakan tangen dan derajat kemiringan tersebut. Lereng atau tebing yang terjal akan memperbesar gaya pendorong terhadap gerakan tanah. Lereng yang terjal terbentuk karena pengikisan air sungai, mata air, air laut, dan angin. Pada dasarnya daerah perbukitan atau pegunungan yang membentuk lahan miring merupakan daerah rawan terjadi gerakan tanah. Kelerengan dengan kemiringan lebih dari 25-40% (atau lebih dari 40%) memiliki potensi untuk bergerak atau longsor, namun tidak selalu lereng atau lahan yang miring punya potensi untuk longsor tergantung dari kondisi geologi yang bekerja pada lereng tersebut. Pembobotan kelerengan dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 5 Klasifikasi Pembobotan Parameter
Kelerengan

No.	Kemiringan Lereng (%)	Kategori	Skor
1.	Kemiringan lereng 41 - 60	Sangat Curam	30
2.	Kemiringan lereng 26 - 40	Curam	25
3.	Kemiringan lereng 16 - 25	Agak Curam	20
4.	Kemiringan lereng 9 - 15	Landai	15
5.	Kemiringan lereng 2 – 8	Datar	10
6.	Kemiringan lereng < 2		5

5. Geologi

Geologi juga sangat berpengaruh besar terhadap kejadian longsor. Semakin lunak susunan struktur batuan yang terkandung di dalam maka semakin mudah terjadi longsor pada suatu lereng sebaliknya. Adapun klasifikasi pembobotan geologi dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 6 Klasifikasi Pembobotan Parameter Geologi

No.	Kemiringan Lereng (%)	Kategori	Skor
1.	Lereng yang tersusun oleh batuan dengan bidang diskontinuitas atau struktur retakan/ kekar pada batuan, misalnya perlapisan batu lempung, batu lanau, serpih, napak dan tuf	Tinggi	15
2.	Lereng tersusun dari batuan dengan bidang diskontinuitas atau ada struktur retakan/kekar, tapi perlapisan tidak miring kearah luar lereng	Sedang	10
3.	Lereng tidak tersusun oleh batuan dengan bidang diskontinuitas atau ada struktur retakan/sesar	Rendah	5

Sumber: Permen PU No. 22 Tahun 2007 dengan modifikasi penulis

Pembuatan nilai interval kelas kerawanan longsor bertujuan untuk membedakan kelas kerawanan longsor antara yang satu dengan yang lain. Rumus yang digunakan untuk membuat kelas interval adalah:

$$Ki = \frac{Xt - Xr}{k}$$

Keterangan:

Ki : Kelas interval

Xt : Data tertinggi

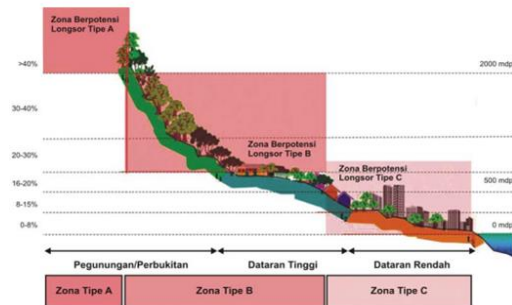
Xr : Data terendah

k :Jumlah kelas yang diinginkan

Nilai interval ditentukan dengan pendekatan relative dengan cara melihat nilai maksimum dan nilai minimum tiap satuan pemetaan, kelas interval didapatkan dengan cara mencari selisih antara data tertinggi dengan data terendah dan dibagi dengan jumlah kelas yang diinginkan

Tipologi Kawasan Rawan Bencana Longsor

Kawasan rawan bencana longsor dibedakan atas zona-zona berdasarkan karakter dan kondisi fisik alamnya sehingga pada setiap zona akan berbeda dalam penentuan struktur ruang dan pola ruangnya serta jenis dan intensitas kegiatan yang dibolehkan, dibolehkan dengan persyaratan, atau yang dilarangnya. Zona berpotensi longsor adalah daerah/kawasan yang rawan terhadap bencana longsor dengan kondisi terrain dan kondisi geologi yang sangat peka terhadap gangguan luar, baik yang bersifat alami maupun aktifitas manusia sebagai faktor pemicu gerakan tanah, sehingga berpotensi terjadinya longsor. Berdasarkan hidrogeomorfologinya dibedakan menjadi tiga tipe zona (sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 2.1) sebagai berikut:



Gambar 1 Tipologi Kawasan Rawan Bencana Longsor

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22/Prt/M/2007

a. Zona Tipe A

Zona berpotensi longsor pada daerah lereng gunung, lereng pegunungan, lereng bukit, lereng perbukitan, dan tebing sungai dengan kemiringan lereng lebih dari 40%, dengan ketinggian di atas 2000 meter di atas permukaan laut.

b. Zona Tipe B

Zona berpotensi longsor pada daerah kaki gunung, kaki pegunungan, kaki bukit, kaki perbukitan, dan tebing sungai dengan kemiringan lereng berkisar antara 21% sampai dengan 40%, dengan ketinggian 500 meter sampai dengan 2000 meter di atas permukaan laut.

c. Zona Tipe C

Zona berpotensi longsor pada daerah dataran tinggi, dataran rendah, dataran, tebing sungai, atau lembah sungai dengan kemiringan lereng berkisar antara 0% sampai dengan 20%, dengan ketinggian 0 sampai dengan 500 meter di atas permukaan laut.

Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis atau Geografic Information System adalah suatu alat (system) berdasarkan komputer yang mempunyai kemampuan untuk menyimpan atau mengelola, mengolah atau menganalisis dan menyajikan informasi. Sistem Informasi Geografis mencakup penanganan data yang bereferensi geografi yang mencakup pemasukan, manajemen data (penyimpanan data dan pemanggilan), manipulasi dan analisis, dan pengembangan produk dan pencetakan yang didukung oleh pemakai dan organisasinya serta data yang digunakan. Sistem Informasi Geografis mulai berkembang sejak akhir tahun 1980-an. Untuk penggunaan dan aplikasi Sistem Informasi Geografis pada saat ini dan di masa depan, tiga komponen diatas secara umum masih tetap mendominasi kegiatan utama Sistem Informasi Geografis.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif.

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Analisis superimpose (*overlay*). *Overlay* adalah prosedur penting dalam analisis SIG (Sistem Informasi Geografis). *Overlay* yaitu kemampuan untuk menempatkan grafis satu peta diatas grafis peta yang lain dan menampilkan hasilnya di layar komputer atau pada plot. Secara singkatnya, *overlay* menampilkan suatu peta digital pada peta digital yang lain beserta atribut-atributnya dan menghasilkan peta gabungan keduanya yang memiliki informasi atribut dari kedua peta tersebut.

1. Untuk menjawab tujuan pertama yaitu menentukan tingkat kerentanan longsor berdasarkan bentang alam di Kecamatan Tomohon Utara, maka tahapan analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Mencari parameter bencana longsor untuk menentukan tingkat kerentanan longsor.
- Mengumpulkan data / peta Kecamatan Tomohon Utara sesuai kebutuhan parameter bencana longsor (peta penggunaan lahan, peta jenis tanah, peta curah hujan, peta kemiringan lereng dan geologi).
- Sebelum dilakukan proses overlay peta menggunakan aplikasi SIG terlebih dahulu dilakukan proses

skoring sesuai parameter yang sudah ada, dan kemudian dioverlay untuk menghasilkan peta kerentanan longsor.

- Setelah itu didapatkan peta rentan longsor yang terbagi dalam tiga tingkat kerentanan rendah, sedang, dan tinggi.

2. Untuk menjawab tujuan kedua yaitu mengkaji tingkat kerentanan bencana longsor terhadap pemanfaatan lahan, maka tahapan analisis yang dilakukan sebagai berikut:

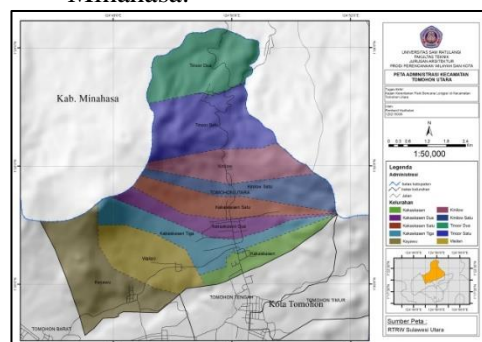
- Setelah mendapatkan peta tingkatan rentan bencana longsor selanjutnya dilakukan lagi overlay peta rentan longsor tersebut dengan peta penggunaan lahan yang sudah didapat sebelumnya.
- Hasil overlay peta kerentanan longsor dan peta penggunaan lahan akan menghasilkan enam klasifikasi daerah rentan longsor berdasarkan penggunaan lahan yaitu terbangun / rendah, terbangun / sedang, terbangun / tinggi, tidak terbangun / rendah, tidak terbangun sedang, dan tidak terbangun tinggi.

GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di Kecamatan Tomohon Utara, Kota Tomohon, Provinsi Sulawesi Utara. Kecamatan Tomohon Utara memiliki 10 Kelurahan.

Dengan batas administrasi sebagai berikut:

- ❖ Sebelah Utara dengan Kabupaten Minahasa.
- ❖ Sebelah Timur dengan Kabupaten Minahasa.
- ❖ Sebelah Selatan dengan Kabupaten Minahasa.
- ❖ Sebelah Barat dengan Kabupaten Minahasa.



Gambar 2 Peta Administrasi Kecamatan Tomohon Utara

HASIL DAN ANALISIS

Analisis Daerah Rentan Longsor

Untuk mengetahui tingkat kerentanan longsor di wilayah Kecamatan Tomohon Utara dilakukan proses overlay peta. Dimana nantinya akan menghasilkan tiga tingkat kerentanan yaitu tingkat kerentanan tinggi, tingkat kerentanan sedang dan tingkat kerentanan rendah. Dalam proses overlay dilakukan proses skoring. Yang dilakukan dengan proses perhitungannya perkalian antara nilai bobot dan skor pada setiap variabel yang digunakan dalam penentuan kelas kerawanan longsor. Adapun variabel yang diberi skoring yakni variabel kemiringan lereng, curah hujan, jenis tanah, penggunaan lahan dan geologi.

a. Curah Hujan

Dalam peta curah hujan Tomohon Utara, diketahui bahwa daerahnya di klasifikasikan kedalam satu daerah hujan yakni curah hujan 3001-4000 mm pertahun. Untuk skor intensitas curah hujannya diberi skor 12. Berikut ini adalah tampilan attribute table dari data curah hujan setelah diolah menggunakan bantuan aplikasi SIG:

FID	Shape *	ChTahunanN	skor_curah	luas
0	Polygon	3001 - 4000 mm	16	4234.7

Gambar 3 Data Attribute Table Curah Hujan

b. Jenis Tanah

Tabel 7 Skor Jenis tanah di Tomohon Utara

No	Jenis Tanah	Skor
1.	Latosol	6
2.	Andosol	12

Sumber: Olah data dari Peta Kemiringan Lereng RTRW Sulawesi Utara

Berikut ini adalah tampilan attribute table dari data jenis tanah setelah diolah menggunakan bantuan aplikasi SIG:

FID	Shape *	TANAH_	TANAH_ID	JENIS_TANA	skor_tanah	luas
0	Polygon	128	21	Latosol	6	3125.4
1	Polygon	139	15	Andosol	12	1109.37

Gambar 4 Data Attribute Table Jenis Tanah

c. Penggunaan Lahan

Tabel 8 Skor Penggunaan Lahan Tomohon Utara

No	Jenis Penggunaan Lahan	Skor
1	Hutan lahan kering primer, Pertanian lahan kering	25
2	Hutan lahan kering sekunder / bekas tebangan	10
3	Lahan terbuka, Permukiman / Lahan terbangun	30

Sumber: Olah data dari Peta Jenis Tanah RTRW Sulawesi Utara

Berikut ini adalah tampilan attribute table dari data Penggunaan Lahan setelah diolah menggunakan bantuan aplikasi SIG:

FID	Shape *	PL19_ID_P	Penutupan	NRI	skor_lahan	luas
0	Polygon	2007	Semak belukar	Tidak berhutan	15	30.88
1	Polygon	2007	Semak belukar	Tidak berhutan	15	64.84
2	Polygon	2007	Semak belukar	Tidak berhutan	15	6.7
3	Polygon	2014	Lahan terbuka	Tidak berhutan	30	1.02
4	Polygon	2007	Semak belukar	Tidak berhutan	15	13.23
5	Polygon	2007	Semak belukar	Tidak berhutan	15	61.5
6	Polygon	2012	Permukiman / Lahan terbangun	Tidak berhutan	30	21.53
7	Polygon	2012	Permukiman / Lahan terbangun	Tidak berhutan	30	25.81
8	Polygon	2012	Permukiman / Lahan terbangun	Tidak berhutan	30	262.78
9	Polygon	20093	Sawah	Tidak berhutan	0	147.97
10	Polygon	2001	Hutan lahan kering primer	Hutan	25	5.75
11	Polygon	20092	Pertanian lahan kering, campur semak / kebun campur	Tidak berhutan	20	28.3
12	Polygon	20092	Pertanian lahan kering, campur semak / kebun campur	Tidak berhutan	20	482.53
13	Polygon	20092	Pertanian lahan kering, campur semak / kebun campur	Tidak berhutan	20	18.23
14	Polygon	2002	Hutan lahan kering sekunder / bekas tebangan	Hutan	10	129.77
15	Polygon	2014	Lahan terbuka	Tidak berhutan	30	5.53
16	Polygon	2012	Permukiman / Lahan terbangun	Tidak berhutan	30	9.85
17	Polygon	20091	Pertanian lahan kering	Tidak berhutan	25	75.03
18	Polygon	20091	Pertanian lahan kering	Tidak berhutan	25	1077.94
19	Polygon	2002	Hutan lahan kering sekunder / bekas tebangan	Hutan	10	175.89
20	Polygon	20092	Pertanian lahan kering, campur semak / kebun campur	Tidak berhutan	20	1314.8
21	Polygon	20092	Pertanian lahan kering, campur semak / kebun campur	Tidak berhutan	20	38.65
22	Polygon	20092	Pertanian lahan kering, campur semak / kebun campur	Tidak berhutan	20	66.16
23	Polygon	2002	Hutan lahan kering sekunder / bekas tebangan	Hutan	10	1.21
24	Polygon	2002	Hutan lahan kering sekunder / bekas tebangan	Hutan	10	12.01
25	Polygon	2001	Hutan lahan kering primer	Hutan	10	18.65
26	Polygon	2001	Hutan lahan kering primer	Hutan	25	1.37
27	Polygon	20092	Pertanian lahan kering, campur semak / kebun campur	Tidak berhutan	20	67.68
28	Polygon	2007	Semak belukar	Tidak berhutan	15	46.13
29	Polygon	2012	Permukiman / Lahan terbangun	Tidak berhutan	30	14.95
30	Polygon	2012	Permukiman / Lahan terbangun	Tidak berhutan	30	1.13

Gambar 5 Data Attribute Table Penggunaan Lahan

d. Geologi

Dalam peta Geologi Tomohon Utara, diketahui bahwa daerahnya di klasifikasikan dalam 1 jenis batuan yakni jenis batuan gunung api muda yang diberikan kode Qv. Untuk skor jenis batuan gunung api di berikan skor 5. Berikut ini adalah tampilan attribute table dari data penggunaan lahan setelah diolah menggunakan bantuan aplikasi SIG:

FID	Shape *	ID	KODE	skor_geolo	luas
0	Polygon	194	Qv	15	4234.77

Gambar 6 Data Attribute Table Geologi

e. Kemiringan Lereng

Tabel 9 Skor Kemiringan Lereng Tomohon Utara

No.	Kelas Lereng (%)	Skor
1.	0-8	10
2.	8-15	15
3.	15-25	20
4.	25-40	25
5.	>40	30

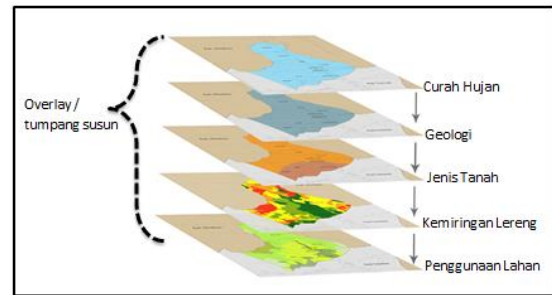
Sumber: Olah data dari Peta Kemiringan Lereng RTRW Sulawesi Utara

Berikut ini adalah tampilan attribute table dari data penggunaan lahan setelah diolah menggunakan bantuan aplikasi SIG:

FID	Shape	KLERENGAN	KELAS_LERE	skor_leren
0	Polygon	Datar	0-8%	10
19	Polygon	Datar	0-8%	10
20	Polygon	Datar	0-8%	10
21	Polygon	Datar	0-8%	10
22	Polygon	Datar	0-8%	10
23	Polygon	Datar	0-8%	10
24	Polygon	Landai	8-15%	15
25	Polygon	Landai	8-15%	15
26	Polygon	Landai	8-15%	15
27	Polygon	Landai	8-15%	15
28	Polygon	Landai	8-15%	15
29	Polygon	Landai	8-15%	15
1	Polygon	Agak Curam	15-25%	20
2	Polygon	Agak Curam	15-25%	20
3	Polygon	Agak Curam	15-25%	20
4	Polygon	Agak Curam	15-25%	20
5	Polygon	Agak Curam	15-25%	20
6	Polygon	Agak Curam	15-25%	20
7	Polygon	Agak Curam	15-25%	20
8	Polygon	Agak Curam	15-25%	20
9	Polygon	Agak Curam	15-25%	20
10	Polygon	Agak Curam	15-25%	20
11	Polygon	Curam	25-40%	25
12	Polygon	Curam	25-40%	25
13	Polygon	Curam	25-40%	25
14	Polygon	Curam	25-40%	25
15	Polygon	Curam	25-40%	25
16	Polygon	Curam	25-40%	25
17	Polygon	Curam	25-40%	25
18	Polygon	Curam	25-40%	25
30	Polygon	Sangat Curam	>40	30
31	Polygon	Sangat Curam	>40	30
32	Polygon	Sangat Curam	>40	30
33	Polygon	Sangat Curam	>40	30
34	Polygon	Sangat Curam	>40	30
35	Polygon	Sangat Curam	>40	30

Gambar 7 Data Attribute Table Kelereng

Dari proses skoring diatas, maka diperoleh klasifikasi tingkat kerawanan longsor dengan nilai terendah dan tertinggi seperti pada metode sebelumnya. Setelah proses skoring selesai dilakukan, kemudian masuk pada tahap overlay (tumpang susun) lima peta parameter longsor yang bertujuan untuk mendapatkan peta tingkat kerentanan longsor di Tomohon Utara berdasarkan klasifikasi tingkat kerentanan longsor. Ilustrasi proses overlay peta dapat dilihat pada Gambar 5.15 berikut ini:



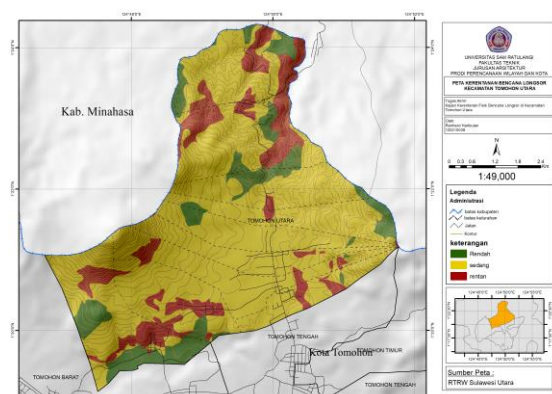
Gambar 8 Ilustrasi Overlay Rentan Longsor

Berdasarkan hasil analisis diatas dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis, maka diperoleh data Kecamatan Tomohon Utara dengan tingkat kerawanan longsor yang dibagi kedalam tiga tingkat kerentanan yang dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 10 Luasan Tingkat Kerentanan Longsor Dirinci Per Kelurahan di Kecamatan Tomohon Utara

Kelurahan	Tingkat Kerentanan (Ha)			Total
	Tinggi	Sedang	Rendah	
Kayawu	116.58	340.55	180.72	637.85
Wailan	88.2	321.33	31.3	440.83
Kakaskasen	32.33	177.44	3.5	213.27
Kakaskasen tiga	38.03	386.52	2.2	426.75
Kakaskasen Dua	9.67	266.5	2.1	278.27
Kakaskasen Satu	7.55	292.6	24.67	324.82
Kinilow Satu	6.99	299.3	49.12	355.41
Kinilow	8.91	321.87	62.84	393.62
Tinoor Dua	144.59	326.28	77.76	548.63
Tinoor Satu	181.14	358.74	75.44	615.32
Total (Ha)	633.99	3091.13	509.65	4234.77
Presentase (%)	14.97%	73.00%	12.03%	100%

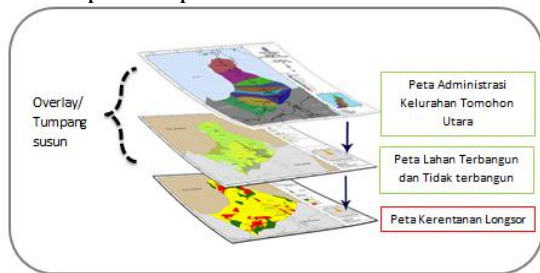
Sumber: Hasil Analisis (2019)



Gambar 9 Peta Kerentanan Longsor di Kec. Tomohon Utara

Analisis Potensi Kerentanan Longsor Berdasarkan Penggunaan Lahan dan Pembagian Tiap Kelurahan

Untuk mengetahui potensi bencana longsor berdasarkan Penggunaan Lahan Kecamatan Tomohon Utara dan tiap Kelurahan maka dilakukan proses Overlay atau tumpang susun peta dari peta-peta yang sudah dihasilkan atau dibahas sebelumnya, yaitu peta Penggunaan Lahan/Penggunaan Lahan (dapat dilihat pada gambar 5.5), Peta Kerentanan Bencana Longsor Tomohon Utara (dapat dilihat pada gambar 5.18) dan Peta Administrasi Kecamatan Tomohon Utara (dapat dilihat pada gambar 3.1) yang akan menghasilkan peta Kerentanan Bencana Longsor Berdasarkan Penggunaan Lahan. Dimana nantinya akan nampak daerah terbangun dan tidak terbangun yang berada pada tingkat kerentanan tinggi, tingkat kerentanan sedang dan tingkat kerentanan rendah pada tiap Kelurahan/Desa.



Gambar 10 Ilustrasi Overlay Peta Rentan Longsor Berdasarkan Penggunaan Lahan

Dari hasil analisis (overlay) Peta Rentan Longsor dengan Peta Penggunaan Lahan menghasilkan 3 klasifikasi rentan longsor berdasarkan Penggunaan Lahan yaitu:

1. Terbangun / Rendah

Terbangun / Rendah adalah daerah dengan kondisi Lahan Terbangun dengan Tingkat Kerentanan Longsor Rendah.

2. Terbangun / Sedang

Terbangun / Sedang adalah daerah dengan kondisi Lahan Terbangun dengan Tingkat Kerentanan Longsor Sedang.

3. Terbangun / Tinggi

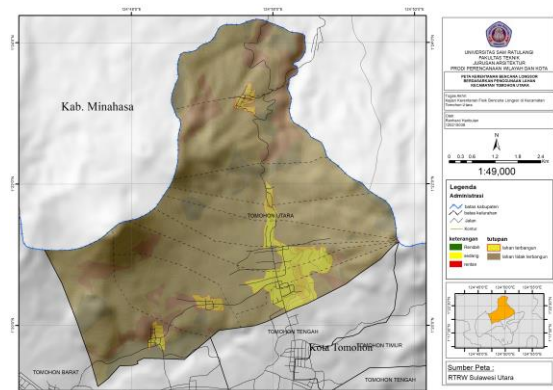
Terbangun / Tinggi adalah daerah dengan kondisi Lahan Terbangun dengan Tingkat Kerentanan Longsor Tinggi.

Untuk lebih jelas dalam mengetahui klasifikasi daerah rentan longsor berdasarkan pemanfaatan lahan Tomohon Utara, maka lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 11 Rentan Longsor Berdasarkan Penggunaan Lahan Kec. Tomohon Utara

No	Klasifikasi	Luas (Ha)	Presentase (%)
1	Terbangun / Rendah	0	0
2	Terbangun / Sedang	217.38	5.14
3	Terbangun / Tinggi	118.48	2.8
4	Tidak Terbangun / Rendah	498.61	11.77
5	Tidak Terbangun / Sedang	2890.65	68.25
6	Tidak Terbangun / Tinggi	509.65	12.04
Total		4234.77	100

Sumber: Overlay Peta Penggunaan Lahan dengan Peta Kerentanan menggunakan SIG



Gambar 11 Peta Kerentanan Longsor Berdasarkan Pemanfaatan Lahan di Kec. Tomohon Utara

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini, maka disimpulkan:

1. Hasil analisis overlay potensi tingkat kerentanan longsor dengan 5 parameter longsor (penggunaan lahan, jenis tanah, kelerengan, geologi dan curah hujan) menghasilkan 3 klasifikasi tingkat kerentanan yakni tingkat kerentanan longsor tinggi seluas 633.99 Ha atau 14.97%, tingkat kerentanan longsor sedang seluas 3091.13 Ha atau 73%, dan tingkat kerentanan longsor rendah seluas 509.65 Ha atau 12.03% dari luas total wilayah Kecamatan Tomohon Utara.

2. Hasil analisis overlay potensi tingkat kerentanan longsor dengan 5 parameter longsor (penggunaan lahan, jenis tanah, kelerengan, geologi dan curah hujan) berdasarkan peta panggunaan lahan yaitu daerah rentan longsor menghasilkan 6 klasifikasi tingkat kerentanan yakni terbangun / rendah, terbangun / sedang, terbangun / tinggi, tidak terbangun / rendah, tidak

terbangun / sedang dan tidak terbangun / tinggi. Dari klasifikasi terbangun / rendah tidak ada, terbangun / sedang memiliki luas 217,38 Ha atau 5,14%, terbangun / tinggi memiliki luas 118,48 Ha atau 2,8% dari luas Kecamatan Tomohon Utara. Dari klasifikasi tidak terbangun / rendah memiliki luas 498,61 Ha atau 11,77%, tidak terbangun / sedang memiliki luas 2890,65 Ha atau 68,25% dan tidak terbangun / tinggi memiliki luas 509,65 Ha atau 12,4% dari luas Kecamatan Tomohon Utara.

Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini terbatas pada penggunaan 5 variabel belum di tambahkan beberapa variabel lain, di harapkan pada penelitian selanjutnya dapat ditambahkan variabel-variabel yang belum di tambahkan.
2. Pemerintah perlu mengatur kembali pengendalian tata ruang berbasis potensi longsor di Kecamatan Tomohon Utara.
3. Penggunaan lahan terbangun pada daerah rentan longsor harus dibatasi atau bahkan dipindahkan agar tidak terjadi perluasan atau penambahan lahan terbangun pada daerah rentan longsor.
4. Wilayah pemukiman di Kecamatan Tomohon Utara terutama pada Desa Tinoor satu, Tinoor dua, Kinilow, Kinilow satu, Kakaskasen dua, Kakaskasen Tiga, Kakaskasen, Wailan dan Kayawu Pemerintah perlu mempertimbangkan kembali penempatan daerah pemukiman. Dimana hampir semua pemukiman pada Desa/Kelurahan di Kecamatan Tomohon Utara berada pada daerah rentan longsor.

DAFTAR PUSTAKA

Anonimous. Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor Permen PU No.22/Prt/M/2007.

Anonimous. Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 Tentang "Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana".

Anonimous. RTRW Kota Tomohon Tahun 2013-2033.

Anonimous, Materi. 2015. 10 Jenis/Macam Bencana Alam di Indonesia dan Dunia. Diperoleh 18 Desember 2018.

Anonimous, Badan Pusat Statistik. 2018. Kota Tomohon Dalam Angka.

Anonimous, Badan Pusat Statistik. 2018. Tomohon Utara Dalam Angka.

Anonimous, BNPB. IRBI (Indeks Risiko Bencana Indonesia) Tahun 2013.

Anonimous, Undang – undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.

Anas Sudijono, 1996. Pengantar Evaluasi Pendidikan, Jakarta: PT Raja Grafindo Persada. Di akses pada 12 April 2018

Burrough, P.A. Heywood Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford University Press. 2002

Edi Prahasta. (2005), Sistem Informasi Geografis: Aplikasi Pemrograman MapInfo, CV. Informatika, Bandung.

Fina Faizana, Arief Laila Nugraha, Bambang Darmo Yuwono. 2015. "Pemetaan Risiko Bencana Tanah Longsor Kota Semarang". Universitas Diponegoro.

Firmansyah (1998). Identifikasi Risiko Bencana Gempa Bumi dan Implikasinya Terhadap Penataan Ruang di Kotamadya Daerah Tingkat II Bandung. Tesis : Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Institut Teknologi Bandung.

Hardiyatmo, H.C. 2006. Tanah Longsor Dan Erosi. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Ilmu Geografi. 5 Akibat Terjadinya Tanah Longsor dan Penyebabnya. Diperoleh 18 Desember 2018.

Muta'ali, Lutfi, 2013. Penataan Ruang Wilayah dan Kota. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Mahi, A.K. 2015. Survei Tanah ; Evaluasi dan
Perencanaan Penggunaan Lahan Edisi 2 :
Graha Ilmu.

Paimin, Sukresno dan Irfan budi pramono.
2009. Teknik mitigasi banjir dan

Rudiyanto. 2010. “Analisis Potensi Bahaya
Tanah Longsor Menggunakan Sistem
Informasi Geografis (SIG)Di Kecamatan
Selo, Kabupaten Boyolali”. Fakultas
Geografi Universitas Muhammadiyah
Surakarta.

tanah longsor. Balikpapan: Tropenbos
internasional Indonesia programe.

Wignyosukarto, 2007 : Kajian Kerentanan di
Kawasan Permukiman Rawan Bencana
Kecamatan Semarang Barat, Kota
Semarang. “Penelitian” Mukhammad
Arief¹ dan Bitta Pigawati²